

Wiesława Panachewicz
 Wiesław Nurek
 Zygmunt Pancewicz
 Politechnika Lubelska

O STALOWYCH PRZEKRYCIACH STRUKTURALNYCH ZESPOŁONYCH Z PŁYTĄ ŻELBETOWĄ

Bogate piśmiennictwo dotyczące problemów konstruowania i obliczania przekryć strukturalnych, mimo szeroko stosowanej nowoczesnej techniki obliczeniowej, w sposób zadawalający nie wyczerpuje i nie opisuje wszystkich zagadnień występujących w tej dziedzinie. Jak stwierdzają autorzy [1] "wynika to z przestrzennego charakteru tych konstrukcji, w których współpracuje ze sobą duża liczba elementów", a na wartości sił występujących w poszczególnych prętach wpływa szereg czynników, których zmienność nie zawsze jesteśmy w stanie precyzyjnie opisać. Jeszcze więcej parametrów występuje w przypadku, gdy z prętowym stalowym ustrojem przestrzennym połączona jest płyta żelbetowa. Oddziaływanie wzajemne tych dwóch różnych materiałowo i konstrukcyjnie składników przekrycia zespolonego wywołuje bardzo złożone stany naprężeń.

Płyta żelbetowa, zależnie od przyjętej technologii, może być wykonana jako element prefabrykowany i zamontowany na strukturze. Scalenie z konstrukcją prętową następuje wówczas najczęściej przez wykonanie spoin łączących wbetonowane w płytę "marki", do łączników występujących w węzłach lub na prętach struktury. Można również płytę wykonać "na mokro" na deskowaniu mocowanym do prętów struktury. Przy takiej technologii wy-

stępuje szereg zjawisk wpływających ujemnie na całość przedsięwzięcia. Zaliczyć do nich należy m.in. skurcz betonu, który powoduje /wobec zablokowania płyty w miejscach gdzie występują łączniki/naprężenia skurczowe, prowadzące do powstania rys w przypadkach gdy przekroczona zostanie wytrzymałość betonu na rozciąganie. W konsekwencji może zachodzić potrzeba wprowadzenia dodatkowego zbrojenia betonu. Jednocześnie skurcz betonu płyty, poprzez łączniki, powoduje powstanie niekorzystnego układu sił w prętach struktury /ściskanie siatki górnej/. Zastosowanie cementów ekspansywnych może być jednym z możliwych rozwiązań materiałowych eliminujących powyżej opisane nankamenty. Możliwym jest również zastosowanie płyt prefabrykowanych nie zapewniających całej połączeni, a na stykach wykonanie żeber żelbetowych "na nokro". Negatywne efekty skurczu będą w takim przypadku w znacznym stopniu wyeliminowane. Przeciwstawnym zjawiskiem do skurczu jest pełzanie, a tu należy przypomnieć, że czynniki które zwiększają wytrzymałość betonu jednocześnie zmniejszają pełzanie. Z uwagi na to, że dążąc do obniżenia ciężaru całej konstrukcji celowym będzie stosowanie na płytę betonów wysokich klas, musimy mieć świadomość, że niekorzystne zjawiska spowodowane skurczem i pełzaniem będą się nasilać / skurcz jest proporcjonalny do ilości cementu/.

Niezależnie od przyjętej technologii wykonania płyty celowym jest zaprojektowanie podpory montażowej podpierającej strukturę w obszarze środkowym. Pozwoli to na nieprzeciążanie ustroju prętowego ciężarem masy betonowej /lub elementami prefabrykowanymi/ do czasu uzyskania przez beton wymaganej wytrzymałości i tym samym powstania konstrukcji zespolonej. Próbę dokonania analizy pracy płyty żelbetowej w takim ustroju stalobetonowym przedstawiono w pracy [2].

Biorąc pod uwagę powyżej opisane uwarunkowania, a także in-

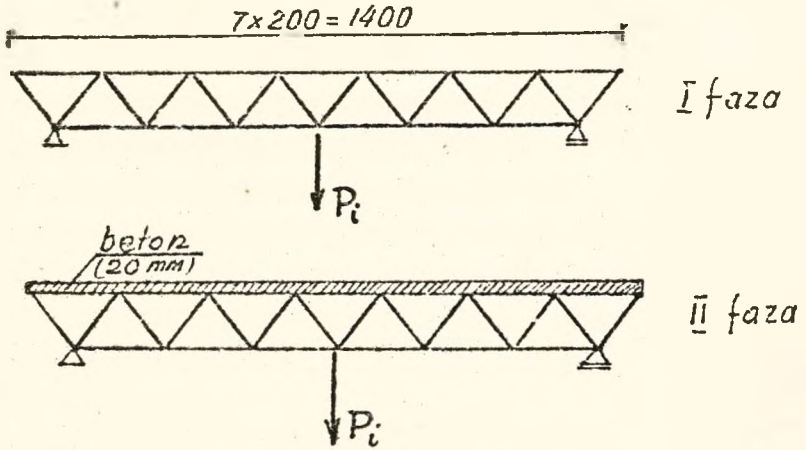
ne przesłanki wynikające ze studiów literaturowych, w laboratorium Wydziału Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Politechniki Lubelskiej wykonano i poddano badaniom model stalowej struktury wznocnionej płytą żelbetową. Od strony formalnej poczynania te realizowano w ramach pracy badawczej [4]. Przyjęcie geometrii ustroju prętowego poprzedzone było analizą informacji podawanych w literaturze a dotyczących zasad konstruowania i obliczania struktur przestrzennych. M.in. przyjęto za [3] zalecenie mówiące, że optymalna wysokość struktury przestrzennej pasach równoległych spełnia kryterium:

$$\frac{\text{wysokość ustroju}}{\text{długość pręta pasa}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Jednocześnie uznano, że ilość oczek siatki / $7 \times 7 = 49$ / jest dostateczna aby zachowanie się modelu podczas obciążania było porównywalne z konstrukcjami w skali naturalnej.

Wykonany model jest przestrzenną konstrukcją prętową o wymiarach w planie 1400 x 1400 mm. Warstwę górną przekrycia stanowi siatka kwadratowa o oczkach 200 x 200 mm wykonana z prętów stalowych $\emptyset 4,5$ mm. Warstwa dolna usytuowana ortogonalnie względem górnej oddalona od niej o 123 mm wykonana jest z prętów $\emptyset 3,0$ mm, też w postaci kwadratowych oczek 200 x 200 mm. Krzyżulce o długości 190 mm łączące obie siatki wykonano z prętów o średnicy $\emptyset 3,0$ mm. Poszczególne pręty połączono w węzłach za pomocą spawania. Konstrukcja została oparta na odpowiednio skonstruowanym stelażu, umożliwiającym podparcie modelu ciągle na obwodzie jak również punktowe w narożach. Obciążenie struktury było realizowane przez zaczepienie siły skupionej o wartościach skokowo zmiennych. Strukturę obciążano do następujących poziomów obciążeń: 135, 270, 405, 540 i 675 kN. Cały zakres obciążeń mieścił się w obszarze pracy sprężystej.

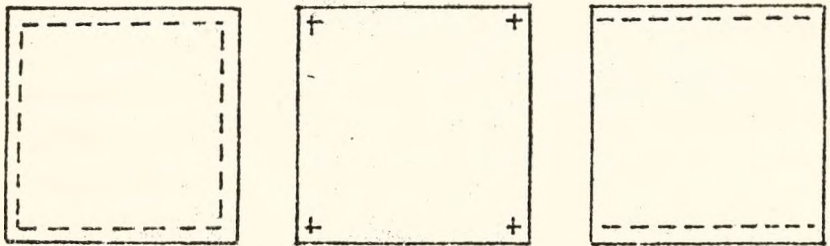
W I-szej fazie białą obciążano samą strukturę prętową, zaś po zrealizowaniu programu ustrój prętowy uzupełniono o płytę betonową i takie przekrycie zespolone poddano analogicznym obciążeniom w II-jej fazie /rys.1./.



Rys.1.

Zarówno w I-szej jak i II-jej fazie obciążeni dokonano dla trzech schematów statycznych podparcia całej konstrukcji. Były to :

- podparcie wszystkich węzłów na obwodzie siatki dolnej,
- podparcie czterech narożnych węzłów siatki dolnej
- podparcie na przeciwległych krawędziach / rys.2./.



Rys.2.

Przed przystąpieniem do badań dokonano pomiarów inwentaryzacyjnych dla określenia wielkości odchyłek usytuowania poszczególnych węzłów w stosunku do teoretycznych położeni w założonym układzie współrzędnych $/X, Y, Z./$. Pomiary inwentaryzacyjne dotyczyły również deformacji płyty betonowej powstałych podczas jej wykonywania.

W ramach przeprowadzanych badań dokonywano pomiarów pionowych przemieszczeń węzłów położonych na obwodzie i strefie środkowej. Wielkość pomierzonego ugięcia w zestawieniu z wartością siły obciążającej pozwalała na globalną ocenę sztywności ustrojów; dla etapu I-go struktury prętowej, dla etapu II-go konstrukcji zespolonej. Jednocześnie dokonywano pomiarów odkształceń prętów siatki górnej w obszarze środkowym. Do tego celu użyto ośmiu tensometrów elektrooporowych, których wskazania pozwalały wnioskować o zmianie wyteżenia prętów w efekcie:

- obciążania struktury prętowej,
- wykonania płyty betonowej /efekt skurczu/;
- obciążania ustroju zespolonego.

Konstrukcje zespolone przekryć w praktyce były dość często realizowane nie zawsze w sposób zamierzony. Jako świadomie i celowo zaprojektowane konstrukcje zespolone wykonano na terenie Lublina m.in. przekrycia kościołów : jeden w dzielnicy Czuby , drugi przy Al. Warszawskiej. W pierwszym przypadku ustrój nośny stanowi przestrzenny ruszt ze stalowych belek o przekroju skrzyn'owym i współpracującą płytą żelbetową. W drugim obiekcie na przestrzennym układzie kratownic wykonano płytę żelbetową tworząc tym samym ustrój zespolony. Bliższe informacje o konstrukcji tych przekryć podano w publikacjach [5] i [6]. Aktualnie trwają prace przy wnoszeniu kolejnych obiektów sakralnych, w przypadku dwu kościołów przewidziano rozwiązanie konstrukcyjne przekryć w formie analogicznej jak model laboratoryjny opisany w niniejszym referacie. Przewiduje się przeprowadzenie ba-

dań tych konstrukcji w skali naturalnej, aby zweryfikować wyniki uzyskane w warunkach laboratoryjnych.

Bibliografia

- [1] W. Gutkowski, J. Obrębski, J. Bauer, J. Gierliński, J. Rączka, K. Zmiewski, - Obliczenia statyczne przekryć strukturalnych, Warszawa, Arkady 1980.
- [2] W. Nurek, - Analiza pracy płyty żelbetowej połączonej ze stalową strukturą, V Konferencja PL i EIP, Lublin-Mazowiec, 1982.
- [3] A. Niemierko, - Kiecz o kratownicach, Wydawnictwa Kon. i Kączności, Warszawa 1987.
- [4] Prętowe konstrukcje stalowe zespolone z płytą żelbetową - sprawozdanie z pracy DNS-E/04/19/90-2, maszynopis.
- [5] W. Nurek, - Stalowe konstrukcje przekryć dachowych w nowych obiektach sakralnych w Lublinie, Inżynieria i Budownictwo 8/1987
- [6] W. Nurek, - O konstrukcji nowych kościołów w diecezji lubelskiej, Inżynieria i Budownictwo 4-5/1991.